

Je suis un ordinateur

Que se passe-t-il à l'intérieur d'un ordinateur lorsqu'un programme est exécuté ? Un jeu de rôle permet de « vivre » le fonctionnement des diverses composants, de découvrir l'importance du bus de communication et d'appréhender la notion de variable informatique.

TECHNIQUE

Classe entière

Deux séances

Objectif :

- comprendre la notion de composant d'un ordinateur ;
- découvrir le bus de communication.

Compétences :

- Lecture et exécution d'un programme par le processeur ;
- Découverte des composants d'un ordinateur ;
- Identification des interactions entre ces composants.

matique qui correspond physiquement à une espace de la mémoire possédant un nom ainsi qu'un contenu qui peut évoluer pendant l'exécution d'un programme.

Cinq éléments d'un ordinateur

Dans une phase d'introduction, les connaissances à priori des élèves sur les différents composants d'un ordinateur sont énumérées. Ceci afin de dégager les cinq éléments principaux d'un ordinateur qui vont être les cinq acteurs du jeu de rôles : le **clavier** composé de touches pour saisir des caractères, l'**écran** permettant d'afficher des informations, le processeur qui est le chef d'orchestre (c'est lui qui commande les autres éléments et leur indique ce qu'ils doivent faire), la **mémoire**, lieu où sont stockées les valeurs des variables, et enfin le **bus de communication** (ce sont les nappes de fils que l'on peut observer entre les composants) permet à tous les éléments de communiquer avec le processeur. Le jeu de rôle vise

Les objectifs pédagogiques et scientifiques de cette activité sont multiples. Le premier est de faire découvrir les composants principaux d'un ordinateur, mais aussi de réaliser qu'il se passe beaucoup de choses à l'intérieur d'un ordinateur quand un programme est exécuté. Le second est de comprendre comment les informations sont échangées via un *bus de communication*. Enfin il s'agit d'appréhender la notion de variable infor-

à faire comprendre comment ces cinq éléments communiquent entre eux.



Le processeur est fixé derrière le ventilateur pour être refroidit efficacement.

Premier programme

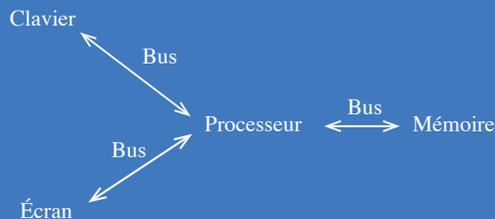
Le programme présenté pour démarrer l'activité consiste à saisir un caractère au clavier puis à l'afficher sur l'écran. Pour cela cinq élèves, représentant chacun un des cinq composants de l'ordinateur, sont désignés pour l'exécuter :

- Le **processeur (P)** donne des ordres au bus et, à travers lui, aux autres composants.
- Le **bus (B)** transporte une ardoise entre les autres protagonistes, sur laquelle il ne peut ni lire, ni écrire, ni effacer. Le bus montre ce qui est écrit sur l'ardoise au public. Il ne transmet qu'un seul message à la fois et il revient tout de suite vers le processeur pour attendre l'ordre suivant.
- Le **clavier (C)** suit les instructions du programme. Il peut écrire sur l'ardoise (après l'avoir effacée si nécessaire). Dans le jeu de rôle, le clavier et l'utilisateur sont confondus pour simplifier.
- La **mémoire (M)** stocke la valeur de différentes variables dans ses « cases », qui sont représentées par

Que se passe-t-il dans l'ordinateur ?

Le processeur est responsable de l'exécution des programmes qui sont des séries d'instructions. Il ne comprend que les instructions pour lesquelles il a été conçu. Il organise l'exécution d'une instruction à la fois, puis il « oublie » ce qu'il vient de faire et passe à l'instruction suivante. Souvent, l'exécution d'une seule instruction comprend plusieurs étapes.

Il est important de présenter la façon dont le processeur peut communiquer avec le clavier, l'écran et la mémoire et de faire comprendre que ceux-ci ne communiquent pas entre eux. Tout passe obligatoirement par le processeur par l'intermédiaire du bus. Le bus sert à transmettre des messages entre le processeur et les différents composants de l'ordinateur. Il ne transmet qu'un seul message à la fois, et il suit les ordres du processeur. Tout ce « ballet » est cadencé par l'horloge interne selon des unités de temps. Plus les unités sont petites (plus la fréquence de l'horloge est élevée) et plus l'exécution des instructions du programme est rapide.



des feuilles plastifiées (une feuille pour chaque variable), sur lesquelles elle peut effacer puis écrire. La mémoire peut fonctionner en entrée (en récupérant l'information sur l'ardoise) ou en sortie (en recopiant le contenu d'une de ses mémoires sur l'ardoise du bus). C'est un rôle qui devient assez complexe lorsqu'il y a plusieurs variables dont les valeurs changent au cours de l'exécution.

- L'**écran (E)** utilise un tableau sur lequel il peut écrire. Il lit sur l'ardoise

l'information à afficher, la reporte sur le tableau puis il efface l'ardoise avant de la rendre au bus.

Il est important d'identifier les différents personnages par des étiquettes. Pour le bus, épingler l'étiquette sur les vêtements de l'élève et le placer à côté du processeur.

Pour ce premier programme le clavier reçoit une feuille décrivant ce qu'il doit faire « Le clavier tape un caractère ». L'élève choisit un caractère de son choix.

Un tableau d'exécution vierge est distribué aux élèves spectateurs. Il permet de noter tout ce qui se passe au fur et à mesure de l'exécution du programme. Chaque ligne numérotée correspond à l'exécution d'une instruction. Une seule instruction peut correspondre à plusieurs actions des composants. Pour permettre à leurs camarades de remplir le tableau, les élèves qui jouent les composants disent soigneusement à voix haute tout ce qu'ils font, et le bus montre bien son ardoise au public. Ce premier programme consiste à saisir et afficher un caractère. Le processeur a ainsi quatre ordres à donner au bus qui revient vers lui après chaque exécution. On pourra voir ci-contre le tableau d'exécution rempli.

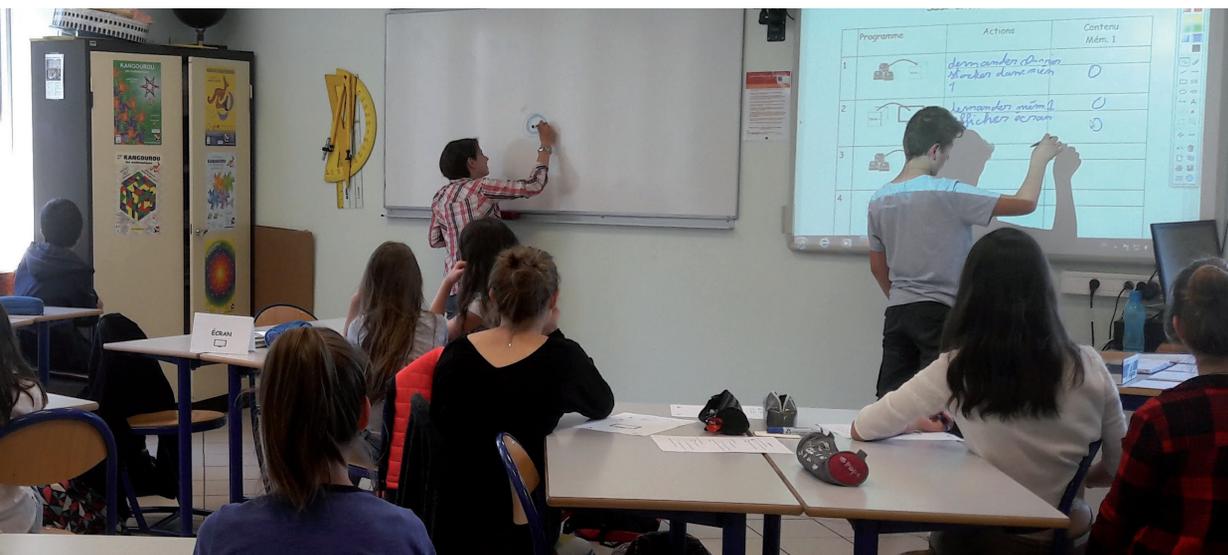


Toujours plus fort

D'autres programmes sont proposés : saisir et afficher des initiales, saisir une année ou un mot. Dans les deux derniers cas, l'information est stockée en mémoire sous forme d'un nombre ou d'une chaîne de caractère. Ainsi, les chiffres sont donnés un par un, mais le calcul du nombre nécessite l'usage de l'unité de calcul du processeur. Dans notre jeu de rôle il s'agit de faire une opération simple à partir du contenu de deux mémoires. Ce travail expose le principe d'une variable informatique, ici identifiée par une case mémoire. Lorsqu'on stocke une deuxième valeur dans la mémoire, la première est écrasée. Une suite d'opérations séquentielles permet de reconstituer un nombre à partir d'une suite de chiffres en n'utilisant que deux cases mémoires (voir encadré).

Pour stocker un mot, on récupère les lettres une par une et on forme une chaîne de caractères à l'aide de l'instruction de concaténation. Par exemple «Bon».«jour» donne «Bonjour».

	Programme	Actions	Contenu Mém.1
1		Demander clavier : A Stocker Mém.1 : A	A
2		Demander Mém.1 : A Afficher : A	A A



Suite à cette activité les questions des élèves peuvent par exemple porter sur la raison de la présence d'un ventilateur dans l'ordinateur. Il sert à rafraîchir les composants qui chauffent ; en particulier le processeur. Une autre question se pose quand au nombre d'instructions par seconde dans un vrai ordinateur, car cela prend ici de nombreuses minutes pour afficher un caractère. C'est l'occasion de parler de l'horloge et du cadencement d'exécution d'un programme. Tout va au rythme du processeur, comme un chef d'orchestre qui donne la cadence aux musiciens. Il y a des processeurs plus rapides que d'autres ainsi que des composants plus ou moins rapides.

Les élèves s'aperçoivent aussi clairement que le bus est indispensable : presque tout passe par lui. Ils comprennent aussi l'importance de la mémoire et donc de sa proximité avec le processeur.

P.L. et M.M.

Stockage du nombre 153

1-> mem2

5-> mem1

10 x mem2 + mem1 -> mem2

3 -> mem1

10 x mem2 + mem1 -> mem2

PROLONGEMENT

* En cycle 2, on se limitera aux deux premiers programmes qui ne nécessitent pas la gestion de plusieurs mémoires ou de l'unité arithmétique. Il est aussi possible de placer la mémoire à l'extérieur de la classe pour faire comprendre que si les fichiers sont stockés, par exemple, sur un disque dur externes les échanges seront plus longs.

* Au lycée le défi consiste à examiner le fonctionnement simultané de plusieurs processeurs comme dans les ordinateurs multi-cœurs. Dans ce cas les processeurs partagent la même mémoire et l'écriture des programmes est plus complexe. On pourra aborder la notion de parallélisation d'un calcul.